

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷ (11) 공개번호 특2002-0028921
C23C 16/44 (43) 공개일자 2002년04월 17일

(21) 출원번호 10-2001-7016763
(22) 출원일자 2001년 12월 28일
번역문제출일자 2001년 12월 28일
(86) 국제출원번호 PCT/US2000/16147 (87) 국제공개번호 WO 2001/03159
(86) 국제출원출원일자 2000년 06월 12일 (87) 국제공개일자 2001년 01월 11일
(81) 지정국
국내특허 : 일본 대한민국 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나다 스위스 리히텐슈타인 중국 쿠바 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀란드 영국 그루지야 헝가리 이스라엘 아이슬란드 케냐 키르기즈 북한 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 슬로베니아 슬로바키아 타지키스탄 투르크메니스탄 터키 트리니다드토바고 우크라이나 우간다 미국 우즈베키스탄 베트남 폴란드 포르투갈 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르 아랍에미리트 안티구아바부다 코스타리카 도미니카연방 알제리 모로코 탄자니아 남아프리카 모잠비크 그레나다 가나 감비아 크로아티아 인도네시아 인도 시에라리온 유고슬라비아 짐바브웨 AP ARIP0특허 : 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 시에라리온 가나 감비아 짐바브웨 모잠비크 탄자니아
EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄
EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 핀란드 사이프러스
OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디부아르 카메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고 기네비소

(30) 우선권주장 09/343,690 1999년 06월 30일 미국(US)
(71) 출원인 램 리서치 코포레이션 리차드 에이치. 로브그렌
미합중국, 캘리포니아 94538-6470, 프레몬트, 쿡링 파크웨이 4650
(72) 발명자 던드사라진더
미국캘리포니아95148새너제이를링사이드드라이브3670
하오팡리
미국캘리포니아95014쿠퍼티노이튼플레이스21920
랜즈에릭
미국캘리포니아94566플리젠턴슈터게이트애비뉴4759
(74) 대리인 이영필, 권석홍

심사청구 : 없음

(54) 반도체 처리 공정을 위한 가스 분산장치

요약

반도체 기판의 표면에 걸쳐 균일하게 또는 불균일하게 가스를 분산시킬 수 있는 가스 분산 시스템을 제공한다. 가스 분산 시스템은 지지 플레이트(20) 및 샤워헤드(20)가 함께 고정되어 이들 사이에 가스 분산 챔버(24)를 정의한다. 배플 어셈블리(26)는 가스 분산 챔버내에 위치한 하나 또는 그 이상의 배플 플레이트를 포함한다. 배플 배열은 배플 챔버의 중앙 영역(42)에 공정 가스를 공급하는 제1 가스 공급부(40) 및 배플 챔버의 주변 영역(46)에 제2 공정 가스를 공급하는 제2 가스 공급부(44)를 구비한다. 제1 및 제2 가스 공급부의 배출구에 인접한 부위에서의 가스 압력이 더 크기 때문에 샤워헤드의 백사이드의 가스 압력이 단일 가스 공급부를 구비하는 경우에 비해 보다 균일하게 될 수 있다.

대표도

도1

명세서

기술분야

본 발명은 집적회로 웨이퍼와 같은 반도체 기판을 처리하기 위해 사용되는 반응 챔버에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 이러한 반응 챔버 내에 사용되는 가스 분산시스템의 개선에 관한 것이다.

배경기술

반도체 공정은 금속, 유전체 및 반도체 물질막의 화학기상증착(CVD)등과 같은 증착 공정, 이러한 막들의 식각, 포토레지스트 마스크막의 애싱을 포함한다. 식각의 경우, 플라즈마 식각이 금속, 유전체 및 반도체 물질막을 식각하기 위해 전통적으로 사용되어왔다. 평행 플레이트 플라즈마 반응기는 전형적으로 하나 또는 그 이상의 배플을 포함하는 가스챔버, 식각가스가 통과하는 샤워헤드 전극, 바닥(Bottom) 전극 상에 놓여지는 실리콘 웨이퍼를 지지하는 받침대, RF 파워 소오스 및 가스챔버에 가스를 공급하기 위한 가스주입 소오스를 포함한다. 가스는 플라즈마를 형성하기 위해 상기 전극에 의해 이온화되며, 상기 플라즈마는 샤워헤드 전극 아래에 지지되어진 웨이퍼를 식각한다.

반도체 기판들의 플라즈마 처리를 위한 샤워헤드 전극들은 미합중국 특허 제 5,074,456호, 제5,472,565호, 제5,534,751호 및 제5,569,356호에 개시되어 있다. 다른 샤워헤드 전극 가스 분산 시스템이 미합중국 특허 제4,209,357호, 제4,263,088호, 제4,270,999호, 제4,297,162호, 제4,534,816호, 제4,579,618호, 제4,590,042호, 제4,593,540호, 제4,612,077호, 제4,780,169호, 제4,854,263호, 제5,006,220호, 제5,134,965호, 제5,494,713호, 제5,529,657호, 제5,593,540호, 제5,595,627호, 제5,614,055호, 제5,716,485호, 제5,746,875호 및 제5,888,907호에 개시되어 있다.

집적회로 제조에 있어서 유전체 물질막내에 콘택 및 비아와 같은 개구부를 식각하는 것이 일반적으로 요구되고 있다. 유전체 물질막은 플루오르 첨가된 실리콘 산화막(FSG)과 같은 도핑된 실리콘 산화막, 실리콘 이산화막과 같은 도핑되지 않은 실리콘 산화막, 보론 포스페이트 실리콘에이트 그래프(BPSG) 및 포스페이트 실리콘에이트 그래프(PSG)와 같은 실리콘에이트 글래스막, 도핑된 또는 도핑되지 않은 열 성장 실리콘 산화막, 도핑된 또는 도핑되지 않은 TEOS 증착 실리콘 산화막 등을 포함한다. 상기 유전체 도펀트는 붕소, 인 및/또는 비소를 포함한다. 상기 유전체막은 다결정 실리콘막과, 알루미늄, 구리, 티타늄, 텅스텐, 몰리브덴 또는 이들의 합금 등의 금속막과, 티타늄 질화막 등의 질화막과, 티타늄 실리사이드, 코발트 실리사이드, 텅스텐 실리사이드, 몰리브덴 실리사이드 등과 같은 금속 실리사이드막 등의 도전막 또는 반도체막 위로 덮힌다. 평행 플레이트 플라즈마 반응기가 실리콘 산화막내에 개구부를 식각하기 위해 사용되는 플라즈마 식각기술은 미합중국 특허 제5,013,398호에 개시되어 있다.

미합중국 특허 제5,736,457호는 단일 및 듀얼 '다마신' 금속배선 공정을 개시한다. '단일 다마신' 방식에서는 비아들과 도전체들은, 도전체 또는 비아중 어느 하나를 위한 금속배선 패턴이 유전체막 내에 식각되고, 금속층이 상기 유전체막내의 식각된 홈 또는 비아홈내에 충전되며, 과잉의 금속이 화학기계적 평탄화(CMP) 또는 에치백 공정에 의해 제거되는, 서로 분리된 공정에 의해 형성된다. '듀얼 다마신' 방식에서는, 비아 또는 도전체를 위한 금속배선 패턴들은 유전체막내에 식각되어지고, 상기 식각된 그루브 및 비아 개구부는 단일의 금속 충전 및 과잉 금속 제거 공정에서 금속으로 충전된다.

웨이퍼의 전면에 대해 균일한 식각율을 얻기 위해서는 웨이퍼 표면에 플라즈마를 균일하게 분산시키는 것이 요구된다. 현재의 가스 분산 챔버 디자인은 식각 가스를 균일하게 분산시킬 수 있도록 최적화된 다수의 배플들을 포함하여 웨이퍼에 대하여 원하는 식각 효과를 달성할 수 있다. 그러나 현재의 배플 및 샤워헤드 전극 디자인은 웨이퍼와 샤워헤드 전극간의 특정 간극에 대해서 균일한 가스 분산이 이루어지도록 실험적으로 최적화된 것이어서 웨이퍼와 샤워헤드 전극간의 다양한 간극에 적용하기가 어렵다. 게다가, 종래의 가스 분산 디자인은 샤워헤드 전극의 백사이드로 식각 가스를 균일하게 분산시키기 위해서 기하학적으로 제조하기 어려운 수백개의 개구부 또는 컴플렉스를 구비하는 배플을 포함하고 있다. 이십 인치(300mm) 웨이퍼와 같은 큰 웨이퍼를 식각할 경우에는 공정 가스를 샤워헤드 전체에 걸쳐 균일한 압력으로 분산되도록 조절하는 것이 더 어려워진다. 따라서 식각 가스의 균일한 분산을 유지하기 위해서는 개구부 및 배플의 수를 상당히 증가시켜야 한다. 배플들내의 개구부의 수와 배플의 수가 증가함에 따라 가스 분산 장치의 복잡도와 가스 분산 장치의 제조 비용이 크게 증가한다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 여전히 샤워헤드를 통해 전달되는 바람직한 가스 분산을 달성할 수 있으면서도 적은 수의 배플 플레이트를 필요로 하여 제조하기 쉬운 디자인의 가스 분산 시스템을 제공한다. 가스 플로우의 어떤 크기의 기판 및/또는 샤워헤드와 처리될 반도체 기판 사이의 어떤 간극에 대해서도 최적화될 수 있다. 또, 본 발명은 샤워헤드 전극으로부터 냉각된 지지 플레이트로의 열 전달을 개선할 수 있으므로 전극 표면에 걸쳐 향상된 온도 균일성을 달성할 수 있다. 게다가, 본 발명은 가스 분산 시스템의 샤워헤드 전극 구성요소들간의 지속적인 전기 접촉을 통상적으로 제공할 수 있다.

본 발명에 따른 가스 분산 장치는 가스 분산 챔버를 정의하기 위해 고정된 지지 플레이트 및 샤워헤드를 포함한다. 챔버는 샤워헤드 전면에 걸쳐 바람직한 압력 분포를 달성하기 위해 사용될 수 있는 하나 또는 그 이상의 배플 플레이트를 구비하는 배플 어셈블리를 포함한다. 다수의 가스 공급부는 가스 분산 챔버내로 공정 가스를 공급하여 공정 가스가 배플 어셈블리를 거쳐 샤워헤드를 통해 아래로 플로우되도록 한다.

본 발명의 제1 실시예는 상부 배플 플레이트를 구비하는 배플 어셈블리를 포함한다. O-링과 같은 밀봉 부재는 상부 배플 플레이트와 지지 플레이트 사이의 중간 위치에 존재한다. 지지 부재는 그 사이의 공간을 내부와 외부 영역으로 분할한다. 제1 가스 공급부로부터 공급된 가스는 내부 영역으로 향하고 제2 가스 공급부로부터 공급된 가스는 외부 영역으로 향한다. 이와 같은 배열은 내부와 외부 영역에서 서로 다른 화학적 특성 및/또는 서로 다른 압력을 가진 가스를 공급하는 것이 가능하도록 한다. 그 결과, 공정 변수를

먼저 선택하거나 기판의 처리 공정 동안 공정 변수를 조절함으로써 기판의 전면에 걸쳐 가스의 화학적 특성 및/또는 가스 압력을 보다 우수하게 조절할 수 있다.

필요하다면, 중간 및/또는 하부 배플 플레이트를 세 개의 플리넘(plenums)을 정의하기 위해 배열할 수 있다. 제1 플리넘은 상부 및 중간 배플 플레이트 사이에 위치한다. 제2 플리넘은 중간 및 하부 배플 플레이트 사이에 위치하고, 제3 플리넘은 하부 배플 플레이트와 샤워헤드 사이에 위치한다. 플리넘들은 샤워헤드에 걸쳐 보다 균일한 공정 가스 압력 분포를 형성하는데 사용될 수 있다.

본 발명의 제2 실시예에서는 지지 부재가 아래쪽에 가스 분산 챔버를 정의하는 리세스를 구비한다. 지지 부재는 리세스 챔버의 중앙부로 제1 공정 가스를 공급하는 제1 가스 배출구 및 리세스의 주변부로 제2 공정 가스를 공급하는 제2 가스 배출구를 구비한다. 상부 배플 플레이트 및 하부 배플 플레이트는 배플 챔버내에 고정된다. 상부 배플 플레이트는 제1 가스 공급부로부터 배타적으로 가스를 수용하도록 배열되고 하부 배플 플레이트는 제2 가스 공급부로부터 배타적으로 가스를 수용하도록 배열된다. 상부 배플 플레이트내의 제1 가스 통로 세트는 제2 배플 플레이트내의 가스 통로와 유체 흐름이 연결되어 플로우가 연결된 통로의 세트를 형성하여 이를 통해 제1 공정 가스가 상부 배플 플레이트로부터 하부 배플 플레이트의 아래쪽으로 직접 통과한다. 제2 공정 가스는 하부 배플 플레이트내의 제2 가스 통로들의 세트를 통해 샤워헤드의 백사이드에 인접한 하부 배플 플레이트의 아래쪽 면으로 플로우한다. 이러한 배열에서는, 하부 배플 플레이트의 아래쪽으로 플로우되기 전까지는 제1 공정 가스와 제2 공정 가스가 실질적으로 혼합되지 않는다. 하부 배플과 샤워헤드사이의 공간은, 샤워헤드를 통과하는 가스가 선택적으로 조절되어, 예컨대 샤워헤드에 걸쳐 균일한 또는 불균일한 가스의 화학적 특성 및/또는 압력을 달성할 수 있도록 하는 소정 거리 이격된 환형 채널들을 구비할 수 있다. 제1 가스 공급부 및 제2 가스 공급부로부터 공급된 가스는 샤워헤드 내의 제3 개구부 세트들을 통해 기판 전면을 가로지르는 영역으로 플로우한다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 목적들 및 장점들이 다음의 도면들과 결합한 이하의 상세한 설명을 읽음으로써 잘 이해될 것이다.

도 1은 본 발명에 따른 가스 분산 챔버의 단면도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예의 확대 측단면도이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시예의 단면도이다.

도 4는 본 발명의 제2 실시예의 확대 측단면도이다.

도 5는 본 발명의 제2 실시예의 단면도이다.

도 6은 본 발명의 제2 실시예의 하부 배플 플레이트의 측단면도이다.

도 7a-b는 본 발명의 가스 분산 시스템에 의해 수행될 수 있는 식각 공정을 나타낸다.

실시예

본 발명의 보다 나은 이해를 위하여, 이하의 상세한 설명은 첨부한 도면에 대해 언급하고 있으며, 여기서 본 발명의 바람직한 실시예들이 묘사 및 설명되고 있다. 게다가 도면들에서 같은 요소를 확인하기 위해 사용된 참조번호는 전체에 걸쳐 동일하다.

본 발명에 따르면, 공정 가스가 하나 또는 그 이상의 가스 공급부로부터 샤워헤드 아래에 위치한 기판으로 균일하게 분산될 수 있다. 샤워헤드는 반도체 기판 상에 공정 가스를 분산시키는 것이 바람직한 어떤 형태의 반도체 처리 장치에도 사용될 수 있다. 이러한 장치는 CVD 시스템, 애셔(asher), 용량결합 플라즈마 반응기, 유도결합 플라즈마 반응기, ECR 반응기 등을 포함한다.

지지 플레이트(20) 및 샤워헤드(22)가 함께 고정되어 밀폐된 가스 분산 챔버(24)를 정의하는 평행 플레이트 플라즈마 반응기용 가스 분산 시스템이 도 1에 도시되어 있다. 하나 또는 그 이상의 배플 플레이트들을 구비하는 배플 어셈블리(26)가 지지 플레이트(20)와 샤워헤드(22) 사이에 위치하고 있다. 본 발명에 따르면, 배플 어셈블리(26)의 기하학 및 배열은 샤워헤드(22)의 백사이드(28)에 가스를 균일하게 분산시킬 수 있도록 형성되어 있다. 화학 기상 증착 공정 또는 건식 식각 플라즈마 공정과 같은 반도체 웨이퍼 처리 공정에서, 공정의 일관성 및 수율을 향상시키기 위해서는 기판 전면에 걸쳐 공정 가스의 제어된 분산이 바람직하다.

도 2 및 3에 도시되어 있는 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에서는 배플 어셈블리(26)가 배플 플레이트(30A) 및 선택적인 배플 플레이트들(30B 및 30C)을 포함한다. 배플 플레이트들(30A-30C)은 샤워헤드(22) 주변에서 위로 돌출된 면(34)에 의해 정의되는 리세스(32) 내에 놓여진다. 상부 배플 플레이트(30A)는 O-링(38)에 의해 지지 플레이트(20)의 바닥 표면(36)으로부터 이격되어 있다. O-링(38)은 상부 배플 플레이트(30A) 및 지지 플레이트(20) 사이의 공간을 두 영역으로 분할하는데, 각각의 영역에는 서로 다른 화학적 특성, 압력 및/또는 플로우율을 가지는 공정 가스가 공급될 수 있다. 제1 가스 공급부(40)로부터 상부 배플 플레이트(30A)와 지지 플레이트(20) 사이의 중앙 영역(42)으로 가스가 플로우된다. 제2 가스 공급부(44)로부터 환형 채널(44a)로 가스가 플로우되어 이어서 상부 배플 플레이트(30A)와 지지 플레이트(20) 사이의 주변 영역(46)으로 플로우된다. 중앙 및 바닥 플레이트들(30B, 30C)은 상부 배플 플레이트(30A)의 아래에 배열되어 이 플레이트들 사이에 오픈 플리넘들(open plenums)(48A, 48B) 및 바닥 플레이트(30C)와 샤워헤드(22) 사이에 오픈 플리넘(48C)을 정의한다.

각 가스 공급부는 가스 공급부 배출구의 부근에서는 가장 높은 가스 압력을 배출구로부터 멀어지는 방향으로 감소된 가스 압력을 나타내는 압력 분산을 상부 배플 플레이트(30A)의 표면에 걸쳐 형성한다. 따라서, 상부 배플 플레이트(30A)의 상부 표면의 주변 영역(46)과 중앙 영역(42) 사이의 상대적인 가스 압력

은 제1 및 제2 가스 공급부들(40, 44)에 연결된 제1 및 제2 매스(mass) 플로우 조절기들(50A, 50B)를 사용하여 조절할 수 있다. 각 유량 조절기들(50A, 50B)에는 가스 공급기들(50C, 50D, 50E, 50F)로부터 공급되는 물 또는 그 이상의 가스들의 플로우율을 조절함으로써 바람직한 가스 혼합물이 공급될 수 있다.

공정 가스는 상부 배플 플레이트(30A) 및 지지 플레이트(20) 사이의 중앙 영역(42)과 주변 영역(46)에 걸쳐 분산되어 상부 배플 플레이트(30A) 내의 개구부들(52A)을 통해 상부 및 중앙 배플 플레이트들(30A, 30B) 사이의 오픈 플리넘(48A)으로 통과한다. 이후, 가스는 중앙 배플 플레이트(30B)내의 개구부들(52B)을 통해 아래로 플로우되어 중앙 및 바닥 배플 플레이트들(30B, 30C) 사이의 오픈 플리넘(52C) 사이로 아래로 플로우된 후, 이어서 바닥 배플 플레이트(30C) 내의 개구부들(52C)를 통해 바닥 배플 플레이트(30C)와 샤워헤드(22) 사이의 오픈 플리넘(48C)으로 플로우된 후, 최종적으로 기판에 이르기 전에 샤워헤드(22) 내의 개구부들(54)을 통해 플로우된다. 가스가 오픈 플리넘에 들어갈 때마다, 불균일한 압력 분포가 감지되어 고압 영역으로부터 저압 영역으로 불균일한 압력이 다소 균등하게 된다. 따라서, 배플 플레이트들(30) 사이에 복수개의 플리넘들(48)을 정의하도록 가스 분산 시스템을 형성함으로써, 샤워헤드(22)의 백사이드(28)에서 실질적으로 균일한 압력 분산을 달성할 수 있다.

가스 분산 시스템의 제2 실시예가 도 4 내지 도 6에 도시되어 있다. 제2 실시예의 배플 어셈블리는 두 개의 배플 플레이트(56A, 56B)를 포함한다. 상부 배플 플레이트(56A)는 지지 플레이트(20)에 접촉하는 영역을 포함하고 하부 배플 플레이트(56B)는 샤워헤드(22)와 접촉하는 영역을 포함한다. 지지 플레이트(20), 배플 어셈블리(26) 및 샤워헤드(22)들 간의 표면과 표면 사이의 접촉들은 샤워헤드(22), 배플 어셈블리(26) 및 지지 플레이트(22)들 사이의 열 전달을 촉진하고, 샤워헤드가 상부 전극으로 사용되는 경우에는 샤워헤드(22), 배플 어셈블리(26) 및 지지 플레이트(22) 사이의 전기적인 도전성 경로를 제공할 수 있다.

공정 동안, 온도 조절된 지지 플레이트(20)는 열 싱크(sink)로 작용하여, 배플 어셈블리(26)를 통해 샤워헤드(22)로부터 열을 빨아들인다. 예를 들면, 냉각제가 지지 플레이트(20) 내의 냉각 채널들(58)들을 통해 순환할 수 있어서 기판 처리 공정 동안 발생한 열을 방산할 수 있다.

제2 실시예에서는, 제1 가스 공급부(60)는 상부 배플 플레이트(56A) 내의 중앙 리세스(62)에 가스를 공급할 수 있도록 형성된다. 제2 가스 공급부(64)는 하부 배플 플레이트(56B) 상의 주변 영역(68)에 가스를 분산시키는 환형 분기관(66)에 가스를 공급한다. 분기관(66)은 지지 플레이트(20)와 일체형이거나 가스 분산 시스템과 분리된 개별적인 구성요소일 수 있다.

상부 배플 플레이트(56A)는 보통 중앙에 위치한 제1 가스 공급부(60)로부터 상부 배플 플레이트(56A)의 주변 영역으로 가스를 분산시키는 방사상으로 연장된 채널(70)을 포함한다. 채널(70)은 상부 배플 플레이트(20)의 바닥 표면(36)과 접촉하는 접촉 표면(72) 사이에 정의된다. 열 및 전류는 상부 배플 플레이트(56A)로부터 지지 플레이트(20)로 표면(72)을 통해 플로우한다. 마찬가지로, 하부 배플 플레이트(56B)의 상부 표면은 주변 영역에 위치한 분기관(66)으로부터 하부 배플 플레이트(56B)의 중앙 부분 내의 환형 채널(76)로 가스를 분산시키는 방사상으로 연장된 채널(74)을 포함한다. 방사상으로 연장된 채널(74)은 상부 배플 플레이트(56A)와 열적 전기적으로 접촉하는 접촉 표면(78) 사이에 정의된다. 비록 채널들(70, 74, 76)이 상부 및 하부 배플들의 상부 표면에 도시되어 있으나, 채널들은 지지 플레이트(20) 및 상부 배플 플레이트의 하부 표면에 형성될 수도 있다.

상부 배플 플레이트내의 방사상으로 연장된 채널(70)에 위치한 개구부들(80)은 하부 배플 플레이트(56B) 내의 제1 개구부들 세트(82)로 가스의 플로우가 연결된다. 즉, 상부 배플 플레이트(56A) 내의 개구부들(80)과 하부 배플 플레이트(56B)내의 제1 개구부들 세트(82)가 제1 가스 공급부(60)로부터 상부 및 하부 배플 플레이트들(56A, 56B)을 통해 보통 연속적이고 끊이지 않는 유동 경로를 정의한다. 제2 가스 공급부(64)로부터 공급된 가스는 하부 배플 플레이트(56B) 내의 채널(74) 내의 제2 개구부들 세트(84)를 통해 플로우한다. 플로우가 연결된 개구부들(80, 82) 및 제2 개구부들 세트(84)는 제1 가스 공급부(60)와 제2 가스 공급부(64)로부터 주입된 가스들이 혼합되는 것을 방지하도록 배열된다. 이와 같은 배열은 약간의 가스가 상부 및 하부 배플 플레이트 사이에서 이동하는 것이 가능하도록 할 수 있다. 이와 같은 이동을 방지하기 위해서, 두 개의 가스가 함께 혼합되는 것을 방지할 수 있도록 상부 및 하부 배플 플레이트를 정착적인 방법 또는 야금적인 방법에 의해 함께 연결할 수 있다.

바람직하기로, 플로우가 연결된 개구부들(80, 82)은 핀을 사용하여 위치를 정하는 등 정렬된 피치를 짝지어주는 것과 같은 적절한 기술을 사용하여 상부 배플 플레이트내의 개구부들(80)과 하부 배플 플레이트 내의 제1 개구부들 세트(82)를 정렬함으로써 형성된다. 그러나, 개구부(80)를 개구부(82)에 연결하기 위한 다른 기술은 상부 및 하부 배플 플레이트들 사이에 패터닝된 개스킷들을 삽입하거나 상부 및 하부 배플 플레이트 사이의 개구부들 사이에 개별적인 관을 제공하는 기술을 포함한다.

하부 배플 플레이트(56B)의 바닥 표면은 샤워헤드(22)의 상부 표면과 열적으로 전기적으로 접촉하는 아래 쪽으로 돌출된 환형의 벽 부분들(86)을 구비한다. 플로우가 연결된 개구부들(80, 82) 및 제2 개구부들 세트(84)는 아래쪽으로 돌출된 벽 부분들(86)에 의해 정의되고 방사상으로 이격된 환형 채널들(88)을 향해 열려있다. 채널들(88)은 샤워헤드의 상부 표면 내에 또는 하부 배플 플레이트와 샤워헤드 사이의 공간에 형성될 수 있고, 채널들(88)은 샤워헤드로부터 열을 전도하여 빼앗고/또는 샤워헤드에 전원을 공급하기 위한 접촉부를 구비하거나 구비하지 않는 오픈 플리넘일 수 있다.

반도체 처리 공정 동안, 제1 가스 공급부(60)로부터 공급된 가스는 상부 배플 플레이트(56A) 및 하부 배플 플레이트(56B)내의 플로우가 연결된 개구부들(80, 82)을 통해 플로우하고, 제2 가스 공급부(64)로부터 공급된 가스는 하부 배플 플레이트(56B)내의 제2 개구부들 세트(84)를 통해 플로우한다. 제1 및 제2 가스 공급부들(60, 64)로부터 공급된 가스는 샤워헤드(22)의 상부 표면 상의 하부 배플 플레이트의 아래쪽 면 내의 채널(88) 내에서 혼합되어 샤워헤드(22) 내의 제3 개구부들 세트(90)를 통해 기판으로 플로우한다.

상부 배플 플레이트(56A)의 전면에 걸쳐, 가스 압력은 상부 배플 플레이트(56A)의 중심부에 위치한 제1 가스 공급부(60)의 인접 영역에서 가장 높고 상부 배플 플레이트(56A)의 주변 영역 부근에서 가장 낮다. 공정 가스는 상부 및 하부 배플 플레이트들(56A, 56B)내의 플로우가 연결된 개구부들(82, 84)을 통해, 하부 배플 플레이트(56B)의 아래쪽에 있는 오픈 채널(88)로 아래쪽으로 플로우한다. 동작시, 만약 제1 및 제2

가스 공급부가 동일한 압력으로 가스를 공급하면, 제1 가스 공급부(60)로부터 공급된 가스는 하부 배플 플레이트(568)의 중앙 인접부에서 압력이 가장 높고 하부 배플 플레이트(568)의 주변부에서 압력이 낮은 압력 분포를 형성하는 반면, 제2 가스 공급부(64)로부터 공급된 가스는 하부 배플의 주변부에서 압력이 높고 중앙부에서 압력이 낮은 압력 분포를 형성한다. 결과적으로, 본 발명에 따른 배플의 배열에 의해 샤워헤드의 백사이드에서 보여지는 압력은 샤워헤드 백사이드 전면에 걸쳐 보다 균일하게 형성될 수 있다.

또 다른 공정 계획에서는, 가스 분산 시스템이 샤워헤드(22)의 백사이드(28)의 전면에 걸쳐 조절되고 불균일한 가스 압력을 제공할 수 있다. 예를 들면, 샤워헤드(22)의 백사이드(28) 주변부 근방에서 압력이 높은 것이 바람직하다면, 제2 가스 공급부(64)로부터의 플로우를 제1 가스 공급부(60)로부터의 플로우에 비해 선택적으로 증가시킬 수 있다. 역으로, 샤워헤드(22)의 백사이드(28) 중앙부 근방에서 압력이 높은 것이 바람직하다면, 제1 가스 공급부(60)로부터의 플로우를 제2 가스 공급부(64)로부터의 플로우에 비해 증가시킬 수 있다. 따라서, 단일 웨이퍼 처리 공정의 경우에는, 가스 분산 시스템은 웨이퍼의 하나 또는 그 이상의 환경 대역에 화학적으로 서로 다른 특성의 가스를 공급할 수 있다. 가스의 화학적 특성, 플로우율, 압력을 각 환경 대역의 주변의 원주를 따라 균일하게 형성하고 대역과 대역 사이에는 방사상으로 가스의 화학적 특성, 플로우율, 압력을 변화시킬 수 있으므로 웨이퍼 표면에서의 공정 조건이 웨이퍼의 전면에 걸쳐 변화하는 웨이퍼 처리 공정 시에는 웨이퍼를 균일하게 처리하는 것이 가능하다.

도 7A-8는 본 발명에 따라 듀얼 다마신 구조가 어떻게 단일 단계에서 식각될 수 있는지를 나타내는 개략도이다. 도 7A는 실리콘 산화막 등의 제1 유전체막(540), 실리콘 질화막 등의 제1 정지막(560), 실리콘 산화막 등의 제2 유전체막(580), 실리콘 질화막 등의 제2 정지막(600) 및 실리콘 웨이퍼 등의 기판(620)으로 이루어진 스택 구조를 덮고 있는 포토레지스트 마스크 막(520)내에 트렌치에 대응하는 개구부(500)가 제공되는 전-식각 조건을 도시한다. 단일 식각 단계를 통해 제1 정지막(560)을 통해 비아를 식각하기 위해서 제1 정지막(560)이 개구부(640)를 구비한다. 도 7B는 개구부(500)가 제1 유전체막(540)을 통해 제1 정지막(560)까지 연장되고 개구부(640)가 제2 유전체막(580)을 통해 제2 정지막(600)까지 연장되도록 하는 식각 후의 구조를 도시한다. 이와 같은 배열은 '자기-정렬 듀얼-다마신'이라 칭할 수 있다.

식각 공정 동안, 제1 및 제2 실시예의 제1 및 제2 가스 공급부를 통해 공급되는 공정 가스 조건은 상대적으로 변화될 수 있는데, 예를 들면 트렌치(500)의 식각시에는 아르곤, 산소 및 불화탄화수소(예: CHF_3 및 C_4F_8)의 혼합가스를 공급하고, 비아(640)의 식각시에는 웨이퍼 중앙 영역으로의 산소의 플로우를 감소시킬 수 있다. 저유전율의 유전체막을 식각할 경우에는 공정 가스는 C_2H_4 등의 탄화수소 가스를 포함할 수 있고 산소 가스에 대한 탄화수소 가스의 플로우율의 비를 방사상으로 변화시켜 균일한 식각을 달성할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따르면 웨이퍼의 중앙과 가장자리로의 가스의 흐름을 조정하여 플라즈마 챔버내에서 가장자리가 빨리 식각되고 중심부가 빨리 식각되는 것을 보상할 수 있다. 예를 들면, 종래의 플라즈마 식각기에서는 포토레지스트가 침식될때까지 가장자리가 빨리 식각되는 조건이 발생한 후에 중심부가 빨리 식각되는 조건이 발생할 수 있다. 본 발명에 따른 가스 분산 장치의 경우, 웨이퍼가 포토레지스트막을 구비할 경우에는 중앙부에 보다 많은 산소를 공급할 수 있는 반면 포토레지스트막이 침식되어 없어진 후에는 중앙부로의 산소의 플로우를 감소시킬 수 있다. 그 결과, 가장자리가 빨리 식각되는 조건과 중앙부가 빨리 식각되는 조건을 보상함으로써 보다 균일한 식각을 달성할 수 있다.

본 발명에 따른 공정은 불소가 첨가된 실리콘 산화막(FSG)와 같은 도핑된 실리콘 산화막, 실리콘 이산화물과 같은 도핑되지 않은 실리콘 산화막, 스피너-온-글래스막(SOG), 보론 포스페이트 실리케이트 글래스(BPSG) 및 포스페이트 실리케이트 글래스(PSG)와 같은 실리케이트 글래스막, 도핑된 또는 도핑되지 않은 열적 성장된 실리콘 산화막, 도핑된 또는 도핑되지 않은 TEOS 증착 실리콘 산화막 등과 같은 다양한 유전체 막에 대한 플라즈마 식각을 포함하는 다양한 플라즈마 공정에 적용될 수 있다. 유전체 도펀트는 붕소, 인 및/또는 비소를 포함한다. 상기 유전체막은 다결정 실리콘막과, 알루미늄, 구리, 티타늄, 텅스텐, 몰리브덴 또는 이들의 합금 등의 금속막과, 티타늄 질화막 등의 질화막과, 티타늄 실리사이드막, 코발트 실리사이드막, 텅스텐 실리사이드막, 몰리브덴 실리사이드막 등과 같은 금속실리사이드막 등의 도전막 또는 반도체막 위로 덮힐 수 있다.

상기 플라즈마는 여러가지 형태의 플라즈마 반응기내에서 발생될 '고밀도 플라즈마'일 수 있다. 이러한 플라즈마 반응기는 고밀도 플라즈마를 발생시키기 위하여 전형적으로 RF 에너지, 마이크로파 에너지, 자기장 등을 사용하는 고에너지 소오스를 갖는다. 예를 들어, 고밀도 플라즈마는 유도결합 플라즈마 반응기라고도 불리는 트랜스포머 결합 플라즈마(TCPTM), 전자-사이클로트론 공명기(ECR) 플라즈마 반응기, 헬리온 플라즈마 반응기 또는 이와 유사한 곳에서 발생될 수 있다. 고밀도 플라즈마를 제공할 수 있는 대량의 플라즈마 반응기의 예가 공동소유인 미합중국 특허 제5,820,723호에 개시되어 있으며, 그 개시내용은 참조 문헌으로써 본 명세서와 함께 결합된다.

본 발명은 바람직한 실시예를 참조하여 설명되어 있다. 그러나, 본 발명의 사상으로부터 이탈됨이 없이 상기에서 서술한 것과 다른 특별한 형태로 본 발명을 실현하는 것이 가능하다는 것은 당업계의 숙련자에게 있어서는 명백한 일일 것이다. 상기 바람직한 실시예는 설명적인 것이며 한정적인 것으로 생각되어서는 아니된다. 본 발명의 요지는 전술한 발명의 상세한 설명보다는 차라리 첨부한 클레임에 의해 주어지며, 클레임들의 범위내에 놓이는 모든 변형들 및 등가물들은 그 내에 수용되는 것으로 의도되어진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1. 하부 표면에 리세스를 구비하는 지지부재로, 상기 리세스의 중앙부로 통하는 제1 가스 공급부 및 상기 리세스의 주변부로 통하는 제2 가스 공급부를 구비하는 지지부재;

상기 리세스에 위치한 배플 배열로 상기 제1 가스 공급부로부터 공급된 가스가 상기 배플 배열내의 제1 개구부를 통과하고 상기 제2 가스 공급부로부터 공급된 가스가 상기 배플 배열내의 제2 개구부를 통과하는 배플 배열; 및

상기 지지부재에 의해 지지되는 샤워헤드로 상기 제1 및 제2 개구부를 통과한 가스들이 서로 혼합되어 상기 샤워헤드 내의 제3 개구부 세트를 통과하도록 된 샤워헤드를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 기판

처리 공정에 사용되는 반응 챔버에 유용한 가스 분산 시스템.

청구항 2. 제1항에 있어서, 상기 샤워헤드는 플라즈마 반응 챔버의 상부 전극이고, 상기 지지부재는 플라즈마 반응 챔버의 온도 조절 부재인 것을 특징으로 하는 가스 분산 시스템.

청구항 3. 제1항에 있어서, 상기 지지부재는 상기 온도 조절 부재에 부착된 지지 링을 구비하는 것을 특징으로 하는 가스 분산 시스템.

청구항 4. 제1항에 있어서, 상기 배플 배열은 상부 및 하부 배플 플레이트를 구비하고, 상기 제2 가스 공급부는 상기 상부 및 하부 배플 플레이트들 사이에 위치한 하나 또는 그 이상의 가스 플로우 채널로 가스를 공급하고, 상기 제2 가스 공급부로부터 공급된 가스는 상기 배플 플레이트들의 바깥쪽 영역으로부터 상기 배플 플레이트들의 안쪽 영역 방향으로 상기 채널을 통해 플로우하는 것을 특징으로 하는 가스 분산 시스템.

청구항 5. 제4항에 있어서, 상기 채널은 상기 상부 배플 플레이트의 하부 표면에 형성되고/또는 상기 하부 배플 플레이트의 상부 표면에 형성되는 것을 특징으로 하는 가스 분산 시스템.

청구항 6. 제5항에 있어서, 상기 하부 배플 플레이트의 상부 표면은 상기 상부 배플 플레이트의 하부 표면과 열적으로 접촉하는 것을 특징으로 하는 가스 분산 시스템.

청구항 7. 제5항에 있어서, 상기 샤워헤드는 전극이고, 상기 상부 및 하부 배플 플레이트는 전기적으로 도전성 물질로 이루어지고, 상기 하부 배플 플레이트의 상기 상부 표면은 상기 상부 배플 플레이트의 상기 하부 표면과 전기적으로 접촉하는 것을 특징으로 하는 가스 분산 시스템.

청구항 8. 제1항에 있어서, 상기 배플 배열은 상부 및 하부 배플 플레이트들을 포함하고, 상기 제1 및 제2 개구부들을 통과한 가스는 상기 하부 배플 플레이트와 상기 샤워헤드 사이에 위치한 가스 플로우 채널 내에서 혼합되는 것을 특징으로 하는 가스 분산 시스템.

청구항 9. 제8항에 있어서, 상기 채널은 상기 하부 배플 플레이트의 하부 표면 및/또는 상기 샤워헤드의 상부 표면에 형성되고, 상기 하부 배플 플레이트의 상기 하부 표면은 상기 샤워헤드의 상기 상부 표면과 접촉하는 것을 특징으로 하는 가스 분산 시스템.

청구항 10. 제8항에 있어서, 상기 샤워헤드는 전극이고, 상기 상부 및 하부 배플 플레이트들은 전기적으로 도전성 물질로 이루어지고, 상기 채널은 상기 하부 배플 플레이트의 하부 표면 및/또는 상기 샤워헤드의 상부 표면에 형성되고, 상기 하부 배플 플레이트의 상기 하부 표면은 전기적으로 열적으로 상기 샤워헤드의 상기 상부 표면과 접촉하는 것을 특징으로 하는 가스 분산 시스템.

청구항 11. 제1항에 있어서, 상기 샤워헤드는 샤워헤드 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 분산 시스템.

청구항 12. 제1항에 있어서, 상기 배플 배열은 배플 플레이트 및 밀봉 부재를 구비하고, 상기 밀봉 부재는 상기 배플 플레이트와 상기 지지 부재 사이의 공간을 중앙 영역과 주변 영역으로 분리시키고, 상기 제1 가스 공급부는 상기 중앙 영역으로 상기 제2 가스 공급부는 상기 주변 영역으로 통해있는 것을 특징으로 하는 가스 분산 시스템.

청구항 13. 제12항에 있어서, 상기 밀봉 부재는 O-링인 것을 특징으로 하는 가스 분산 시스템.

청구항 14. 제1항에 있어서, 상기 제1 가스 공급부에 연결된 제1 유량 조절기, 상기 제2 가스 공급부에 연결된 제2 유량 조절기 및 가스의 화학적 특성 및/또는 상기 제1 및 제2 가스 공급용 개구부로부터 공급되는 공정 가스의 플로우율을 조절하기 위하여 상기 제1 및 제2 유량 조절기들에 연결된 조절기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 분산 시스템.

청구항 15. 그 안에 배플 챔버를 정의하는 지지 부재로 상기 배플 챔버의 중앙부로 통하는 제1 가스 공급부 및 상기 배플 챔버의 주변부로 통하는 제2 가스 공급부를 구비하는 지지부재, 상기 배플 챔버에 위치한 배플 배열로 상기 제1 가스 공급부로부터 공급된 가스가 상기 배플 배열내의 제1 개구부를 통과하고 상기 제2 가스 공급부로부터 공급된 가스가 상기 배플 배열내의 제2 개구부를 통과하도록 된 배플 배열; 및 상기 지지부재에 의해 지지되는 샤워헤드로 상기 제1 및 제2 개구부를 통과한 가스들이 서로 혼합되어 상기 샤워헤드의 제3 개구부 세트를 통과하도록 된 샤워헤드를 포함하는 가스 분산 시스템의 반응 챔버에서 기판을 처리하는 방법에 있어서,

상기 반응 챔버에 반도체 기판을 제공하는 단계;

상기 제1 및 제2 가스 공급부로 공정 가스를 공급하여 상기 공정 가스가 상기 배플 배열을 통과할 때까지는 혼합되지 않고 상기 배플 배열을 플로우한 후 혼합된 공정 가스가 상기 샤워헤드를 통과해서 상기 반응 챔버의 내부로 들어가도록 하는 단계; 및

상기 샤워헤드를 통과한 공정 가스로 상기 반도체 기판을 처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 16. 제15항에 있어서, 상기 샤워헤드는 상기 샤워헤드를 통과하는 상기 공정 가스에 에너지를 가하여 플라즈마 상태로 만드는 샤워헤드 전극인 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 17. 제16항에 있어서, 상기 샤워헤드 전극에 RF 전원을 인가하여 상기 공정 가스를 플라즈마화하여 상기 반도체 기판의 노출된 표면과 접촉하도록 하여 상기 반도체 기판상의 막을 식각하는 것을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 18. 제15항에 있어서, 상기 반도체 기판은 실리콘 웨이퍼를 포함하고 상기 방법은 상기 웨이퍼상의 유전체막, 반도체막 또는 도전막의 건식 식각을 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 19. 제15항에 있어서, 상기 방법은 상기 반도체 기판상에 물질막을 증착하는 것을 포함하는 것

을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 20. 제15항에 있어서, 상기 샤워헤드는 샤워헤드 전극을 포함하고, 상기 지지 부재는 온도-조절 부재이고, 상기 방법은 상기 온도-조절 부재를 통해 냉각제를 통과시킴으로써 상기 샤워헤드 전극으로부터 열을 빼앗는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 21. 제15항에 있어서, 상기 배플 배열은 상부 및 하부 배플 플레이트를 구비하고, 상기 제2 가스 공급부는 상기 상부 및 하부 배플 플레이트 사이에 위치한 하나 또는 그 이상의 가스 플로우 채널로 가스를 공급하고, 상기 제2 가스 공급부로부터 공급된 가스는 상기 배플 플레이트들의 바깥쪽 영역으로부터 상기 배플 플레이트들의 안쪽 영역 방향으로 상기 채널을 통해 플로우하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 22. 제15항에 있어서, 상기 제1 가스 공급부로 공급된 공정 가스의 플로우율 및/또는 가스 압력을 조절하고 상기 제2 가스 공급부로 공급된 공정 가스의 플로우율 및/또는 가스 압력을 조절하여 상기 샤워헤드의 백사이드 전면에 걸쳐서 소정의 가스 압력 분포를 제공할 수 있도록 하는 것을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 23. 제15항에 있어서, 상기 배플 배열은 상부 및 하부 배플 플레이트를 구비하고, 상기 방법은 상기 샤워헤드, 상기 하부 배플 플레이트, 상기 상부 배플 플레이트 및/또는 지지 부재의 접촉 표면을 통해 상기 샤워헤드로부터 열을 빼앗아 상기 샤워헤드를 냉각시키는 것을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 24. 제15항에 있어서, 상기 배플 배열은 상부 및 하부 배플 플레이트를 구비하고, 상기 제1 및 제2 개구부들을 통과한 가스는 상기 하부 배플 플레이트와 상기 샤워헤드 사이에 위치한 방사상으로 이격된 환형 개스 플로우 채널에서 혼합되는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 25. 제24항에 있어서, 상기 채널은 상기 하부 배플 플레이트의 하부 표면 및/또는 상기 샤워헤드의 상부 표면에 형성되고, 상기 하부 배플 플레이트의 상기 하부 표면은 상기 샤워헤드의 상기 상부 표면과 접촉하여 상기 반도체 기판의 처리 공정 동안 상기 샤워헤드로부터 열이 제거되도록 하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 26. 제15항에 있어서, 상기 제1 가스 공급부를 통과하여 플로우하는 공정 가스는 상기 제2 가스 공급부를 통하여 플로우하는 공정 가스와 동일한 화학적 특성의 가스인 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 27. 제15항에 있어서, 상기 제1 가스 공급부를 통과하여 플로우하는 공정 가스는 상기 제2 가스 공급부를 통하여 플로우하는 공정 가스와 서로 다른 화학적 특성의 가스인 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 28. 제15항에 있어서, 상기 기판은 적어도 제1 및 제2 단계에서 식각되는 반도체 웨이퍼이고, 상기 제1 가스 공급부를 통과하는 공정 가스를 상기 제2 가스 공급부를 통과하는 공정 가스에 대해 상대적으로 조절하여 상기 제1 및 제2 단계동안 가장자리가 빨리 식각되고 중심부가 빨리 식각되는 조건을 보상하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

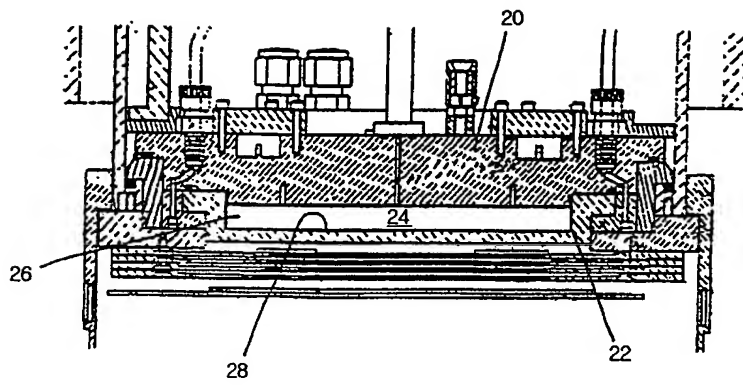
청구항 29. 제15항에 있어서, 상기 기판의 유전체막의 노출된 영역을 통해 상기 기판의 전기적으로 도전성 또는 반도체성막까지 개구부를 식각하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 30. 제29항에 있어서, 상기 식각 단계는 다마신 구조의 제조 공정의 일부로 수행되는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

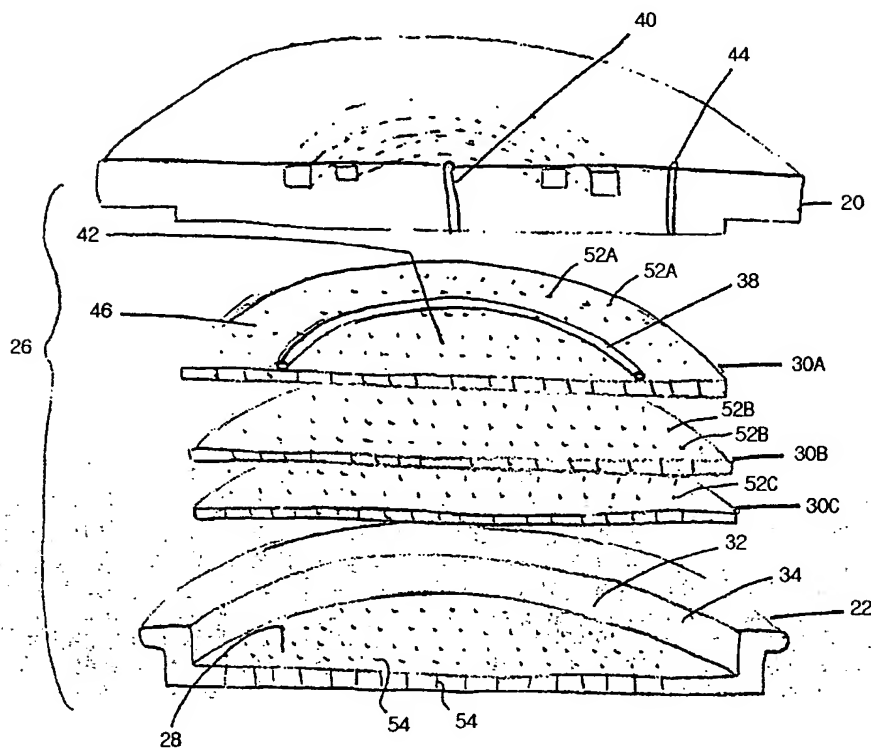
청구항 31. 제29항에 있어서, 상기 반도체 기판은 포토레지스트 마스크막, 유전체막, 제1 정지막, 제2 유전체막 및 제2 정지막을 구비하고, 상기 식각 단계는 상기 식각 단계의 제1 스테이지 동안 상기 포토레지스트 막내에 패터닝되어 있는 트렌치가 상기 제1 유전체막을 통해 상기 제1 정지막까지 식각되도록 하고 상기 식각 단계의 제2 스테이지 동안 비아 또는 콘택 개구부가 상기 제2 유전체막을 통해 상기 제2 정지막까지 식각되도록 수행되며, 상기 제1 및 제2 가스 공급부를 통해 공급되는 상기 공정 가스는 상기 제1 스테이지 동안의 공정 가스 조성 및/또는 플로우율이 상기 제2 스테이지 동안의 공정 가스 조성 및/또는 플로우율과 다르도록 조절되는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

도면

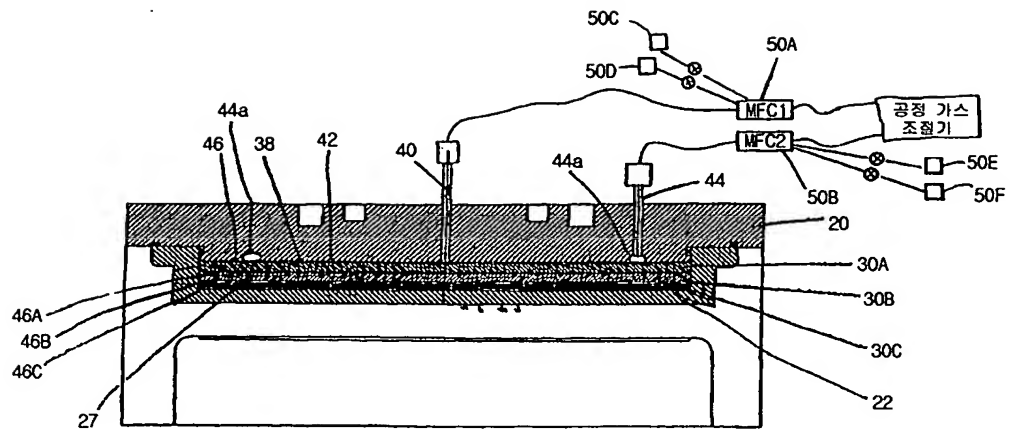
도면1



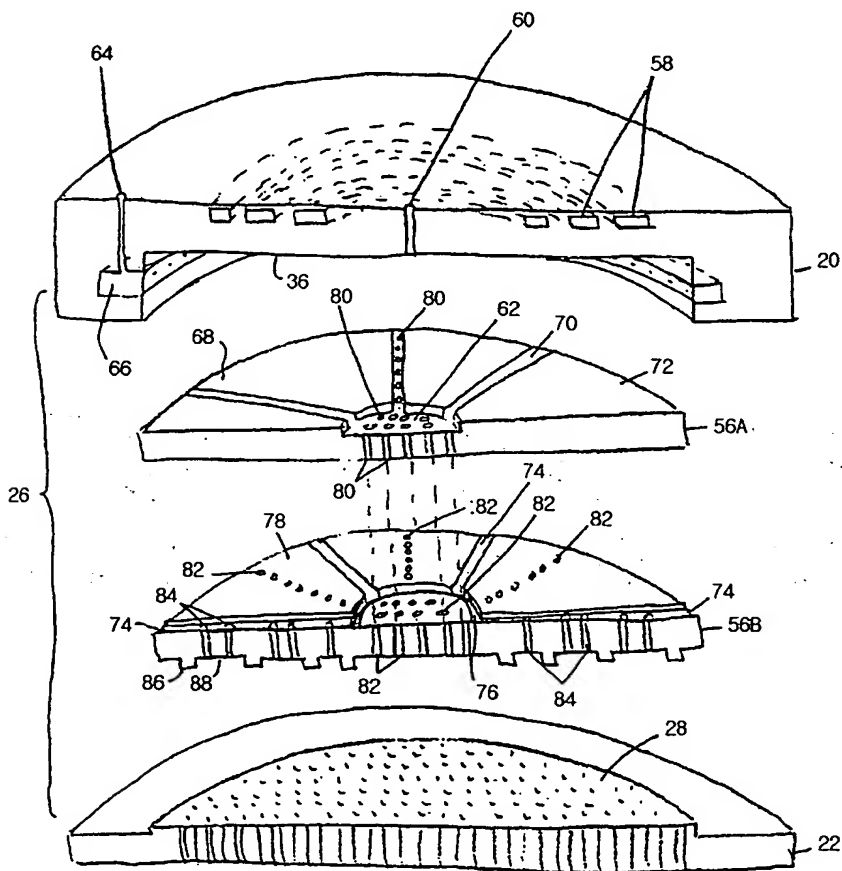
도면2



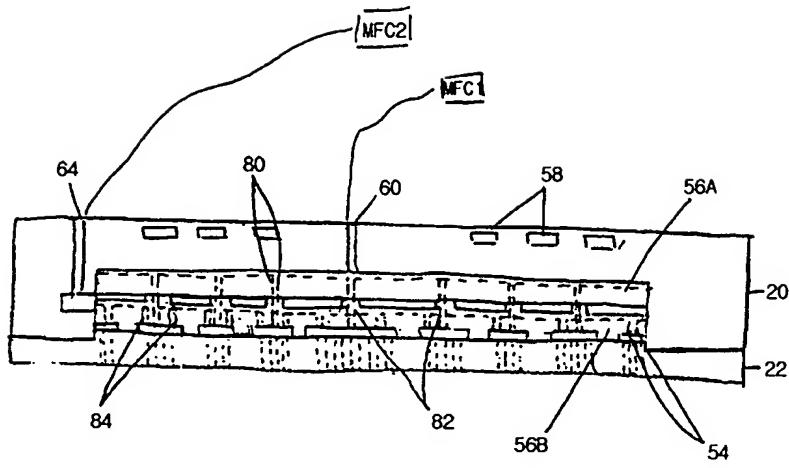
도면3



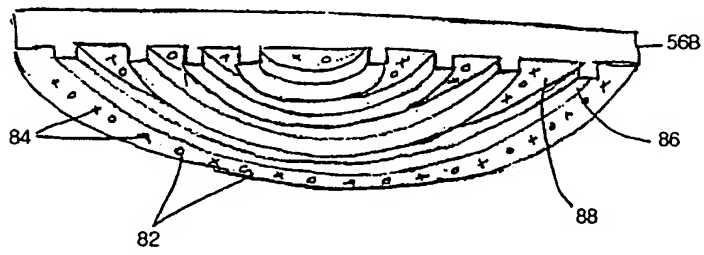
도면4



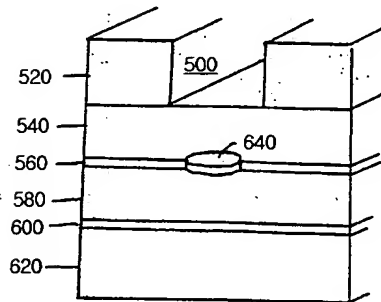
도면5



도면6



도면7a



도면7b

